

IN THE UNITED STATES PATENT & TRADEMARK OFFICE

Re: Application of: MOISEL et al.
Serial No.: To Be Assigned
Filed: Herewith
For: **METHOD AND DEVICE FOR DETECTING THE
POSITION AND THE POSTURE OF A HUMAN
BODY**

Mail Stop PATENT APPLICATION
Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

July 8, 2003

LETTER RE: PRIORITY

Sir:

Applicant hereby claims priority of German Application Serial No. 102 31 016.5, filed July 9, 2002. A certified copy is enclosed.

Respectfully submitted,

DAVIDSON, DAVIDSON & KAPPEL, LLC

By 

William C. Gehris
Reg. No. 38,156

Davidson, Davidson & Kappel, LLC
485 Seventh Avenue, 14th Floor
New York, New York 10018
(212) 736-1940

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND



Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

Aktenzeichen: 102 31 016.5

Anmeldetag: 09. Juli 2002

Anmelder/Inhaber: DaimlerChrysler AG, Stuttgart/DE

Bezeichnung: Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung
der Körperposition

IPC: B 60 R 21/32

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 28. März 2003
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

laus.

DaimlerChrysler AG

Straub/kü
09.07.2002Verfahren und Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition eines in einem Fahrzeugsitz mit
5 Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen.

Aus der EP 0 484 293 B1 ist ein Sensor zur Erfassung der Anwesenheit eines in einem Fahrzeugsitz mit Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen bekannt, der ein infrarotempfindliches Element und eine Linsenanordnung aufweist, wobei der Sensor in
10 dem Fahrzeugdach oberhalb des Fahrzeugsitzes angeordnet ist. Über das infrarotempfindliche Element wird die Wärmestrahlung eines Fahrzeuginsassen erfasst und daraus auf die Anwesenheit eines Fahrzeuginsassen geschlossen.

15 Aus dem US-Patent US 6,113,137 ist eine Vorrichtung zur Erfassung der Anwesenheit bzw. der Körperposition eines Fahrzeuginsassen bekannt, bei der am Fahrzeugdach in einem Gehäuse ein Infrarotsender und ein Infrarotempfänger untergebracht
20 ist. Das von dem Infrarotsender ausgesandte und von dem Sitz bzw. möglichen Insassen reflektierte Infrarotlicht wird durch den Infrarotempfänger in dem gemeinsamen Gehäuse aufgenommen und ausgewertet. Im Rahmen der Auswertung der Intensität des reflektierten Lichtes bzw. deren Veränderung wird auf die
25 Klasse der Größe des Fahrzeuginsassen (klein, groß), die Klasse der Sitzposition (sehr gefährliche Position, bedingt gefährliche Position, korrekte Position) geschlossen bzw. die Anwesenheit eines Fahrzeuginsassen erkannt.

30 Weiterhin ist aus der DE 197 49 855 A1 ein Verfahren zur Bestimmung der Körperposition bekannt, bei welchem die Länge

bestimmt wird, um die ein Gurt gegenüber seiner Ruhelage abgerollt wird. Anhand dieser Länge wird auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen geschlossen.

- 5 Diese beschriebenen Verfahren haben gemeinsam, dass sie entweder sehr ungenau arbeiten oder sehr aufwendig in der Auswertung bzw. in der Realisierung der beschriebenen Lösung sind.

- 10 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren bzw. eine Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition anzugeben, das die vorgenannten Nachteile möglichst nicht zeigt.

- 15 Diese Aufgabe wird gelöst durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruches 1 sowie durch Vorrichtungen zur Erfassung der Körperposition mit den Merkmalen der Ansprüche 2 oder 3 sowie durch eine Airbagauslösevorrichtung bzw. ein Fahrzeug mit den Merkmalen der Ansprüche 19 bzw. 20.

- 20 Vorteilhafte Weiterbildungen der Erfindung sind Gegenstand der abhängigen Ansprüche.

- 25 Das erfindungsgemäße Verfahren zur Erfassung der Körperposition eines in einem Fahrersitz sitzenden Fahrzeuginsassen zeichnet sich dadurch aus, dass Lichtsignale von einem oder mehreren Lichtgebern ausgesendet werden, dass die ausgesendeten Lichtsignale von einem oder mehreren Lichtempfängern aufgenommen werden, wobei die Lichtsignale abhängig von der Sitzposition eines Fahrzeuginsassen zwischen einem Lichtgeber
30 und einem Lichtempfänger unterbrochen oder nicht unterbrochen werden, und dass anhand der empfangenen Lichtsignale auf die Körperposition des jeweiligen Fahrzeuginsassen rückgeschlossen wird. Diese sehr einfache Vorgehensweise beinhaltet ein sehr sicheres und spezifisches Erkennen von Unterbrechungen
35 der Lichtausbreitungswege und damit ein Detektieren der Körperposition des Fahrzeuginsassen. Die Erfindung macht es sich zunutze, dass sobald der Fahrzeuginsasse eine dementsprechen-

de Körperposition eingenommen hat, eine Lichtverbindung zwischen einem Lichtgeber und einem Lichtempfänger unterbrochen ist, während er auswertetechnisch eine durch einen nicht unterbrochenen Lichtweg gegebene Position nicht durch seinen
5 Körper einnimmt. Durch die differenzierte Unterscheidungsmöglichkeit, ob einzelne Lichtwege zwischen einzelnen Lichtgebern und Lichtempfängern unterbrochen sind oder nicht, lässt sich darauf schließen, ob bestimmte Positionen im Fahrzeugsitz durch den Fahrzeuginsassen belegt sind oder nicht.

10

Durch eine geeignete Anordnung der Lichtgeber bzw. Lichtempfänger, insbesondere durch eine Anordnung, welche eine fächerförmige Anordnung der Lichtwege ermöglicht, lässt sich besonders einfach eine sehr sichere und aussagekräftige Beurteilung der Sitzposition, d.h. insbesondere im Hinblick auf
15 die Anwesenheit eines Fahrzeuginsassen bzw. auf die Körperneigung bzw. auf die Kopfposition schließen. Dabei hat es sich besonders bewährt, die Lichtgeber bzw. die Lichtempfänger in oder an dem Fahrzeugsitz anzuordnen, so dass eine
20 funktionelle Einheit mit einer sehr sicheren Auswertemöglichkeit geschaffen wird. Im Rahmen der Auswertung hat es sich besonders bewährt, eine Differenzierung der Lichtsignale beispielsweise durch eine Intensitätsbetrachtung bzw. durch die individuelle Identifizierung der einzelnen Lichtsignale der
25 einzelnen Lichtgeber durch Modulationsunterschiede oder Frequenzunterschiede oder Farbunterschiede oder Taktunterschiede usw. zu erreichen.

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur Erfassung der
30 Körperposition eines in einem Fahrzeugsitz mit Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen, bei der mehrere Lichtgeber zur Abgabe von Lichtsignalen in der Höhe gestaffelt in der Lehne des Fahrzeugsitzes angeordnet sind. In dem durch die Lichtgeber beleuchteten Bereich ist wenigstens ein Lichtempfänger angeordnet, der geeignet ist, Lichtsignale der Lichtgeber zu empfangen und einer Auswertung durch eine Auswerteeinheit zuzuführen. Im Rahmen der Auswertung wird anhand der Art bzw. In-

tensität der empfangenen Lichtsignale auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen geschlossen. Die Erfindung macht sich zu eigen, dass bei einer Unterbrechung des Lichtsignals durch den Körper eine Veränderung der durch den oder die Lichttempfänger empfangbaren Lichtsignale gegeben ist, aus der auf einfache Weise mit ausreichender Sicherheit auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen geschlossen werden kann.

10 Dabei werden der oder die Lichtempfänger bevorzugt so angeordnet, dass sie die Lichtsignale mehrerer Lichtgeber zugleich empfangen und einer Auswertung zuführen können. Hierdurch gelingt es, den Aufbau der erfindungsgemäßen Vorrichtung durch Reaktion der Anzahl der Lichtempfänger zu vereinfachen, insbesondere den Verkabelungsaufwand zu reduzieren.

15 Besonders bewährt hat es sich, die Lichtempfänger oberhalb der Lichtgeber, die in der Höhe gestaffelt in der Lehne des Fahrzeugsitzes angeordnet sind, anzuordnen, wodurch eine differenzierte Auswertung der Körperposition in horizontaler
20 Richtung, insbesondere im Hinblick auf den Abstand des Insassen von der Lehne, ermöglicht ist. Dabei hat es sich besonders bewährt, wenigstens einen Lichtempfänger in der Kopfstütze oder im Dachbereich oberhalb der Kopfstütze so anzuordnen, dass eine differenzierte Erfassung des Abstandes des
25 Fahrzeuginsassen von der Fahrzeuglehne über die gesamte Länge des Rückens oder über den wesentlichen Teil des Rückens des Fahrzeuginsassen ermöglicht wird. Dies gewährt eine aussagekräftige Beurteilung der Körperposition.

30 Auf Basis der erfassten Körperposition, die auch die Information über die Anwesenheit eines Fahrzeuginsassen beinhaltet, lässt sich insbesondere die Auslösung bzw. die Form der Auslösung eines Airbags, insbesondere eines Kopf-Airbags, zielgerichtet so steuern, dass das Verletzungsrisiko durch unsachgemäße Auslösung merklich eingeschränkt ist. Durch die
35 einfache und sichere Bewertung der Körper- insbesondere Kopfposition kann dies in besonderem Maße erreicht werden.

Nach einer anderen Ausbildung der Erfindung sind ein oder mehrere Lichtempfänger zur Aufnahme von Lichtsignalen in der Höhe gestaffelt in oder an der Lehne des Fahrzeugsitzes angeordnet. Die durch die Lichtempfänger aufgenommenen Lichtsignale werden einer Auswerteeinheit zugeführt, die die empfangenen Lichtsignale dahingehend auswertet, dass anhand der empfangenen Lichtsignale auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen geschlossen wird.

10

Vorzugsweise werden die empfangenen Lichtsignale durch einen oder mehrere Lichtgeber, welche im Empfangsbereich der Lichtempfänger angeordnet sind, erzeugt. Hierdurch gelingt es, Lichtsignale der Lichtgeber dem oder den Lichtempfängern einer Auswertung zuzuführen, die sich sehr deutlich von dem Umgebungslicht abheben und somit einer sehr sicheren Auswertung im Hinblick auf die Körperposition zuführen lassen.

15

Neben der künstlichen Erzeugung der Lichtsignale durch Lichtgeber ist es auch möglich, das vorhandene Umgebungslicht, insbesondere das durch Streulicht oder das durch die Scheiben des Fahrzeuges zur Verfügung stehende Licht, als Lichtsignale zu verwenden. In diesem Fall hat sich als besonders wirksame und einfache Form der Auswertung herauskristallisiert zu überprüfen, welcher der in der Höhe gestaffelten Lichtempfänger ein Lichtsignal von ausreichender Stärke, d.h. von einer Lichtintensität größer einem vorgegebenen Grenzwert empfängt bzw. nicht empfängt. Hierdurch ist entscheidbar, welcher der Lichtgeber insbesondere durch den Körper des Fahrzeuginsassen verdeckt ist bzw. durch Neigung oder Abstand des Körpers des Fahrzeuginsassen nicht verdeckt ist und somit Licht bzw. Lichtsignale von ausreichender Intensität empfangen kann. Diese Ausbildung der Erfindung hat sich als sehr einfache und wirksame Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition erwiesen.

20

25

30

35

Es hat sich besonders bewährt, die Lichtgeber so auszubilden, dass jeder Lichtgeber ein lichtgeberindividualisiertes Lichtsignal abgibt, so dass für die Auswerteeinheit auf besonders einfache Weise auswertbar ist, welcher Lichtweg zwischen
5 Lichtgeber und Lichtempfänger unterbrochen ist und somit, welche Position der Fahrzeuginsasse einnimmt. Dabei hat es sich besonders bewährt, die Lichtgeberindividualisierung beispielsweise durch eine Differenzierung in der Farbe des Lichtes, d.h. in der Lichtfrequenz, in der Modulation, im Puls-
10 Pausenlängenverhältnis und/oder durch eine individuelle Codierung zu erreichen. Durch diese lichtgeberindividualisierte Ausbildung der Lichtsignale ist es auf einfache Weise möglich, die einzelnen Lichtsignale zu erkennen und somit sehr sicher eine differenzierte Aussage zu treffen, welche Licht-
15 signale/Lichtwege unterbrochen sind und welche frei den Lichtempfängern und somit der Auswerteeinheit zugeführt werden. Anhand aller empfangenen Lichtsignale bzw. anhand der unterbrochenen Lichtsignale lässt sich durch die Auswerteeinheit in Kenntnis der Position der verschiedenen Lichtgeber
20 bzw. Lichtempfänger und der zugehörigen Lichtsignale eine sichere Aussage über die Körperposition des Fahrzeuginsassen treffen.

Daneben hat es sich bewährt, die verschiedenen Lichtgeber
25 zeitversetzt zueinander zu aktivieren, so dass bevorzugt zu einem Zeitpunkt nur ein Lichtsignal abgegeben wird, wodurch es gelingt, auf sehr einfache Weise festzustellen, welcher Lichtweg durch den Fahrzeuginsassen unterbrochen und welcher nicht unterbrochen ist. Dabei werden die Lichtgeber bevorzugt
30 so nacheinander angesteuert, dass innerhalb kurzer Zeit ein differenziertes Bild über die gängigen Lichtwege und die unterbrochenen Lichtwege geschaffen wird und somit eine Auswertung auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen ermöglicht wird. Diese Ausbildung zeigt eine sehr einfache Auswertung,
35 da zu jedem Zeitpunkt typischerweise nur ein oder wenige Lichtgeber aktiviert sind und somit keine sehr differenzierte

Analyse der Lichtsignale aus einer umfangreichen Anzahl von gleichzeitig empfangenen Lichtsignalen notwendig ist.

Nach einer anderen bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Auswerteeinheit so ausgebildet, dass sie anhand der empfangenen Lichtstärke zurückschließen kann, wieviele Lichtsignale empfangen wurden und dadurch in Kenntnis der höhenge-
5 staffelten Lage der Lichtgeber bzw. der Lichtempfänger auf die Körperposition des Fahrzeuginsassen rückschließen kann.
10 Diese Ausbildung erweist sich als vorteilhafter Kompromiß zwischen zuverlässiger Aussage zur Körperposition und zur einfachen und kostengünstigen Ausbildung der Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition. Hierbei wird im Rahmen der Signalauswertung im wesentlichen die Lichtstärke der empfan-
15 genen Lichtsignale bestimmt und anschließend anhand einer Tabelle, die den Zusammenhang zwischen empfangener Lichtstärke und der Körperposition in Abhängigkeit der vorgegebenen Positionen und der verwendeten Lichtempfänger und Lichtgeber dar-
20 stellt, auf die Körperposition geschlossen. Diese Zusammenhänge wurden in einem Testlauf ermittelt und in eine Tabelle überführt. Die Tabelle ist vorzugsweise in einem Speicher der Auswerteeinheit abgelegt. Dieser Speicher kann bei Bedarf aktualisiert werden. Dies erfolgt insbesondere im Rahmen der regelmäßigen Wartung des Fahrzeuges.

25 Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung sind die in der Lehne angeordneten Lichtgeber bzw. Lichtempfänger in wenigstens einer Reihe angeordnet. Insbesondere ist ein gleichmäßiger Abstand zwischen den einzelnen
30 Mitgliedern der Reihe gewählt. Hierdurch ist eine gleichmäßige Höhenstaffelung der Lichtgeber bzw. Lichtempfänger in der Lehne geschaffen, wodurch eine Vielzahl von Körperpositionen gleichmäßig erfasst werden können. Daneben hat es sich bewährt, den Abstand im Bereich des unteren Rückens eines Fahr-
35 zeuginsassen geringer zu wählen, da schon bei geringen Veränderungen der Körperhaltung des Fahrzeuginsassen im unteren Bereich des Rückens eine erhebliche Veränderung der Kopfposi-

tion, insbesondere im Hinblick auf das sichere Auslösen eines Kopf-Airbags, bewirkt. Daher hat es sich als vorteilhaft erwiesen, eine sehr differenzierte Aussage über die Körperposition im Bereich des unteren Rückens des Fahrzeugführers zu erhalten, was durch die Anordnung der Lichtgeber bzw. Lichtempfänger in der Lehne mit geringerem Abstand in diesem besonders relevanten Bereich ermöglicht ist.

10 Darüber hinaus hat es sich besonders bewährt, die Lichtgeber bzw. Lichtempfänger in der Lehne in zwei Reihen höhengestaffelt anzuordnen, wobei die beiden Reihen insbesondere V-förmig angeordnet sind. Durch den größeren Abstand der beiden Reihen mit zunehmender Höhe ist es möglich, nicht nur die Neigung des Fahrzeuginsassen sicher zu erfassen, sondern auch
15 die seitliche Position insbesondere ein seitliches Abkippen des Fahrers zu detektieren, was gerade im Hinblick auf die sichere Auslösung eines Seitenairbags von besonderer Bedeutung ist.

20 Es hat sich besonders bewährt, der oder die Lichtgeber bzw. Lichtempfänger, die im Empfangsbereich des/der Lichtempfänger bzw. im beleuchteten Bereich der Lichtgeber angeordnet sind, zumindest teilweise in oder an der Kopfstütze bzw. im oder am Fahrzeugdach anzuordnen. Diese Positionen oberhalb der Lehne
25 haben sich besonders bewährt, da sie einerseits bautechnisch leicht zugänglich sind aber auch eine direkte Sichtlinie auf den relevanten Bereich der verschiedenen Sitzpositionen des Fahrzeuginsassen ermöglicht. Hierdurch ist insbesondere eine Vielzahl von möglichen Lichtwegen zwischen den in der Lehne
30 angeordneten Lichtgebern bzw. Lichtempfängern und den in oder an der Kopfstütze bzw. dem Fahrzeugdach angeordneten Lichtempfängern bzw. Lichtgebern ermöglicht, so dass eine differenzierte Auswertung durch die Auswerteeinheit ermöglicht ist. Neben der Anordnung der Lichtgeber bzw. Lichtempfänger
35 nur in der Kopfstütze bzw. nur in dem Fahrzeugdach bzw. an diesem ist auch eine kombinierte Anordnung möglich, zumal sie eine noch differenziertere Aussage zur Körperposition, insbe-

sondere zur Neigung des Fahrzeuginsassen in Fahrtrichtung bzw. quer dazu, ermöglicht.

5 Daneben hat es sich besonders bewährt, die Auswerteeinheit als Teil des Sitzes auszubilden, wodurch eine kompakte funktionelle Einheit insbesondere bei einer erfindungsgemäßen Vorrichtung, die ihre Lichtgeber und Lichtempfänger ausschließlich im oder am Fahrzeugsitz angeordnet hat, entsteht. In diesem Fall bildet die erfindungsgemäße Vorrichtung und
10 der Sitz eine funktionelle Einheit, die gemeinsam fertigbar und gemeinsam austauschbar ist, ohne dass es weitere Anpassungen an die jeweilige Lagegeometrie des Fahrzeuges bzw. anderen Komponenten der Vorrichtung bedarf.

15 Dabei hat es sich besonders bewährt, die Auswerteeinheit im Bereich eines insbesondere dem einen einzigen Lichtempfänger anzuordnen, wodurch es gelingt, den Verkabelungsaufwand und die Übertragungstrecke und damit die Gefahr von störenden Einflüssen auf den Übertragungsweg zwischen Lichtempfänger
20 und Auswerteeinheit möglichst gering zu halten, was sich positiv auf die Auswertesicherheit der empfangenen Lichtsignale auswirkt.

25 Vorzugsweise sind die Lichtgeber bzw. die Lichtempfänger mit optischen Elementen versehen, die einerseits eine zielgerichtete Aufnahme bzw. Aussendung von Lichtsignalen ermöglicht, so dass die störende Auswirkung von Streulicht oder Störlicht durch nichtvorrichtungseigenes Licht zumindest eingeschränkt ist und hierdurch eine sicherere Auswertung der empfangenen
30 Lichtsignale ermöglicht ist. Dies erfolgt insbesondere durch Blenden oder durch gezielte Verwendung von Sammellinsen, die das ausgesendete oder empfangene Licht zielgerichtet in einem bestimmten Bereich bündeln oder nur aus einem gezielten Bereich empfangen. Darüber hinaus hat es sich bewährt, Filter
35 zu verwenden, die nur Licht bestimmter Frequenzen durchlassen, so dass auch auf diese Weise störendes Fremdlicht von der Auswertung ferngehalten wird. Dabei ist die Verwendung

eines Filters im Bereich des Lichtempfängers so gewählt, dass er mit dem Licht, welches der oder die Lichtgeber abgeben, korreliert. Dabei können die Lichtgeber Licht bestimmter Frequenzen erzeugen, beispielsweise durch die Verwendung von
5 LED's, welche Licht in einem begrenzten, schmalen Frequenzband emittieren, bzw. durch breitbandige Lichtquellen, welchen ein schmalbandiger Filter zugeordnet ist.

Es hat sich besonders bewährt, als Verbindung zwischen Auswerteeinheit und Lichtempfänger Lichtwellenleiter vorzusehen, wodurch eine störungsfreie Übertragung ohne Einfluss störender elektromagnetischer Einkopplungen ermöglicht ist und in der Auswerteeinheit alle wesentlichen elektrischen, elektrooptischen Funktionalitäten zusammengefasst sind. Darüber hinaus hat es sich bewährt, eine oder wenige leuchtstarke Lichtquellen vorzusehen, die über einen oder mehrere Lichtwellenleiter Licht zu dem oder den Lichtgebern übertragen, so dass der Bereich des Lichtgebers sehr platzsparend an der Oberfläche der Lehne, der Kopfstütze oder des Fahrzeugdaches realisiert werden kann. Damit gelingt es, einen optisch und haptisch angenehmen Fahrzeugsitz bzw. Fahrzeuginnenraum zu schaffen, welcher ein Wohlbefinden des Fahrzeuginsassen ermöglicht. Darüber hinaus kann die Lichtquelle an einer besonders geeigneten Stelle ohne wesentliche Baueinschränkungen
25 realisiert werden. Durch diese Dezentralisierung der Komponenten gelingt es, eine optimale Gesamtanordnung der Vorrichtung zu realisieren, ohne dass es wesentlichen negativen Einfluss auf die äußere Wirkung oder Anordnung des Fahrzeugsitzes bzw. des Fahrzeuginnenraumes hat.

30 Es hat sich besonders bewährt, die Lichtempfänger bzw. die Lichtgeber so auszubilden, dass sie im nicht sichtbaren Bereich insbesondere im Infrarotbereich ausschließlich oder nahezu ausschließlich wirksam sind, da der Benutzer diese
35 Lichtsignale nicht bewusst wahrnimmt und sich dadurch nicht gestört fühlt. Dennoch hat es sich auch bewährt, Lichtsignale

zusätzlich oder ausschließlich im sichtbaren Bereich zu verwenden.

5 Nach einer besonders bevorzugten Ausführungsform der Erfindung ist die Auswerteeinheit so ausgebildet, dass sie geeignet ist, die Rückenlänge des Fahrzeuginsassen zu bestimmen und diese für die weitere Auswertung insbesondere zur Bestimmung der Körperposition zu berücksichtigen. Dabei erfolgt die Bestimmung der Rückenlänge insbesondere dadurch, dass überprüft wird, welche Lichtwege zwischen Lichtgeber und Licht-
10 empfänger gleichzeitig maximal unterbrochen sind. Aus dieser Information wird auf die Körperlänge geschlossen. Sind beispielsweise die unteren zehn Lichtempfänger einer Reihe aus 15 Lichtempfängern in der Lehne des Fahrzeugsitzes nicht in der Lage, Licht zu empfangen, während die fünf darüberliegenden Lichtempfänger Lichtsignale empfangen, so kann aus dieser Information geschlossen werden, dass die Rückenlänge im wesentlichen der Länge zwischen dem höchsten verdeckten Lichtempfänger und der Sitzfläche des Fahrzeugsitzes entspricht.
15 Diese Betrachtung gilt regelmäßig nur für das Maximum der gleichzeitig von unten in einer geschlossenen Reihe verdeckten Lichtempfänger. Mit Hilfe dieser Information über die Rückenlänge lässt sich eine noch differenziertere Information über die Körperposition insbesondere im Hinblick auf die Abschätzung der Kopfposition des Fahrzeuginsassen gewinnen, da
20 nun eine zusätzliche Differenzierung anhand der Rückenlänge erreichbar ist.

30 Eine weitere Ausbildung der Erfindung betrifft eine Airbagauslösevorrichtung, die mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition versehen bzw. mit einer solchen verbunden ist. Dadurch gelingt es, die Airbagauslösevorrichtung so zu steuern, dass die Airbagauslösung nach dem Zeitpunkt bzw. der Auslösegeschwindigkeit der erfassten Körperposition angepasst ist und dadurch eine verbesserte Schutzwirkung entfalten kann.
35

Die Erfindung betrifft daneben auch ein Fahrzeug mit einer vorgenannten Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition bzw. mit einer der vorgenannten Airbagauslösevorrichtung.

- 5 Im folgenden wird die Erfindung anhand von beispielhaften Ausbildungen beschrieben. Die Erfindung ist nicht auf diese Ausführungen begrenzt.

Dabei zeigen:

- 10 Fig. 1 eine skizzenhafte Darstellung einer Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition,
Fig. 2 den Aufbau eines Fahrzeugsitzes mit einer Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition,
Fig. 3 den Aufbau eines Lichtempfängers,
15 Fig. 4 eine andere Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition,
Fig. 5 den Aufbau eines Lichtgebers und
Fig. 6 ein Fahrzeug mit zwei Vorrichtungen zur Erfassung der Körperposition.

- 20 In Figur 1 ist ein Ausschnitt eines Fahrzeuges mit einem Fahrersitz dargestellt. Der Fahrersitz 1 besteht aus einer Sitzfläche, einer Lehne 2 und einer Kopfstütze 3. In der Kopfstütze 3 ist ein Lichtgeber 4 angeordnet, der Licht nach unten in Richtung Lehne 2 bzw. Sitzfläche des Fahrzeugsitzes 1 aussendet.

- 25 In der Fahrzeuglehne 2 sind mehrere höhengestaffelte Lichtempfänger 5 angeordnet. Zur Vereinfachung wurden in Figur 1 nur drei Lichtempfänger 6 dargestellt. Die Lichtempfänger 5 sind an der Oberfläche der Lehne 2 befestigt. Sie sind über Lichtwellenleiter 6 mit einer Auswerteeinheit 7 verbunden.

Die Auswerteeinheit 7 enthält Fotodioden, die das durch die Lichtempfänger 5 empfangene Licht, welches über die Lichtwellenleiter 6 zur Auswerteeinheit 7 weitergeleitet wurde, in elektrische Signale umsetzen. Die umgesetzten elektrischen Signale werden dahingehend überprüft, ob Licht von ausreichender Lichtstärke bei den einzelnen Lichtempfänger 5 ankommt oder nicht. Ist der Lichtweg zu dem untersten Lichtempfänger 5 unterbrochen, während der darüberliegende Lichtempfänger 5 ein ausreichendes Lichtsignal von genügender Lichtstärke empfängt, so kann daraus geschlossen werden, dass der Lichtweg zwischen dem Lichtgeber 4 in der Kopfstütze 3 zu dem untersten Lichtempfänger 5 unterbrochen ist, während der Lichtweg zu dem darüberliegenden Lichtempfänger 5 frei ist. Aus dieser Information lässt sich schließen, dass der Fahrzeuginsasse stark nach vorne geneigt ist. Je mehr Lichtempfänger 5 kein oder kein ausreichendes Lichtsignal erhalten, umso stärker ist der Fahrzeuginsasse an die Lehne 2 angelehnt. Aus dieser Information lässt sich die Körperposition des Fahrzeuginsassen einfach und recht sicher erschließen. Aufgrund dieser Information zur Körperposition, insbesondere zur Körperneigung in Richtung des Lenkrades, lässt sich der optimale Auslösezeitpunkt bzw. die optimale Auslösegeschwindigkeit eines Airbags bestimmen und dadurch die Auswirkung eines Unfalles begrenzen.

In Figur 2 ist in einer Ansicht von vorne ein Fahrzeugsitz 1 dargestellt. Der Sitz besteht aus der Sitzfläche 1a, der Lehne 2 und der Kopfstütze 3. In der Kopfstütze 3 ist der Lichtgeber 4 angeordnet, der entsprechend der Figur 1, Licht nach unten in Richtung der in der Lehne 2 angeordneten Lichtempfänger 5 aussendet. Die Lichtempfänger 5 sind in zwei parallelen Reihen höhengestaffelt an der Lehne 2 angebracht. Sie zeigen einen im wesentlichen gleichen Abstand innerhalb der jeweiligen Reihe. Die Strahlquelle 4 bestrahlt alle zehn Lichtempfänger gleichmäßig. Durch die Anordnung der Lichtempfänger 5 in zwei Reihen ist es ermöglicht, eine seitliche Positionsveränderung des Fahrzeuginsassen zu erfassen und diese

bei einer Auslösung eines Airbags, insbesondere eines Seitenairbags, zu berücksichtigen. Durch die gleichmäßige Beabstandung der Lichtempfänger 5 in den Reihen ist eine optisch ansprechende und sichere Realisierung der Erfassung der Körperposition gegeben. Insbesondere lässt sich eine differenzierte Körperneigung und dadurch eine Körperposition bei geringer Körperneigung genauso gut erfassen, wie eine starke Körperneigung, bei denen körperneigungsabhängig mehr oder weniger Lichtempfänger ein ausreichendes Lichtsignal erhalten bzw. nicht erhalten.

In Figur 3 ist der Aufbau eines Lichtempfängers 5 entsprechend der Figuren 1 und 2 dargestellt. Der Lichtempfänger 5 ist in der Lehne 2 an deren Oberfläche angeordnet. Er ist über einen Lichtwellenleiter 6 mit der Auswerteeinheit 7 verbunden. Das Licht von dem Lichtgeber 4 wird über ein optisches Element, das als Filter 8 ausgebildet ist, dem Lichtwellenleiter 6 zugeführt. Der Filter 8 ist mit einer solchen Bandpasscharakteristik versehen, dass nicht sichtbares Infrarotlicht durchgängig ist während sichtbares Licht den Filter 8 nicht passieren kann. Hierdurch gelingt es, störendes Fremdlicht beispielsweise durch Streulicht oder Licht aus der Umgebung durch die Seitenscheiben vom Zugang zu dem Lichtwellenleiter 6 und damit zur Auswertung durch die Auswerteeinheit 7 auszuschließen und dadurch eine sichere, verlässliche Auswertung der Infrarotlichtsignale im Hinblick auf eine Auswertung zur Erfassung der Körperposition, insbesondere der Körperneigung, zu ermöglichen. Der Lichtempfänger 5 ist dabei in seiner äußeren Form entsprechend einem Knopf für einen Fahrzeugsitz gestaltet, so dass dieser neben seiner Funktion als optischer Empfänger 5 auch eine ansprechende ästhetische Wirkung entfalten kann.

In Figur 4 ist eine andere beispielhafte Ausführungsform der Erfindung dargestellt. In dem Fahrzeugsitz 1 mit Lehne 2 und Kopfstütze 3 ist eine erfindungsgemäße Vorrichtung angeordnet. In der Kopfstütze 3 ist ein Lichtempfänger 5 angeordnet,

dessen Empfangsbereich nach unten in Richtung Fahrzeugsitz 1, insbesondere in Richtung der Lehne 2, gerichtet ist. Im Empfangsbereich sind mehrere Lichtgeber 4 angeordnet. Diese Lichtgeber 4 sind in der Höhe gestaffelt an der Vorderseite der Lehne 2 angebracht. Die Lichtgeber 4 senden jeder für sich Lichtsignale aus, die von dem Lichtempfänger 5 aufgenommen werden können. Jeder Lichtgeber 4 ist über einen ihm zugeordneten Lichtwellenleiter 6 mit jeweils einer eigenen Lichtquelle 9 versehen. Die Lichtquellen 9 werden jeweils durch lichtemittierende Dioden gebildet. Die lichtemittierenden Dioden werden jeweils mit einer charakteristischen Modulation versehen, so dass das von jedem einzelnen Lichtgeber 4 ausgesandte Lichtsignal eine eigene charakteristische Lichtmodulation aufweist. Jedes charakteristische Lichtsignal wird von dem Lichtempfänger 5 aufgenommen und durch eine dem Lichtempfänger 5 zugeordnete Auswerteeinheit 7 dahingehend analysiert, welcher Lichtgeber ein empfangbares Lichtsignal abgibt. Anhand dieser Analyse lässt sich bestimmen, welche Lichtwege unterbrochen sind und welche frei sind. Anhand der unterbrochenen Lichtwege lässt sich auf die Körperposition, d.h. auf die Lage des Körpers, der die Lichtwege unterbricht, schließen. Dabei ist die Auswerteeinheit 7 in unmittelbarer Nähe des Lichtempfängers in der Kopfstütze 3 angeordnet. Dies ermöglicht eine sehr kompakte Einheit aus Lichtempfänger und Auswerteeinheit 7, die in der Kopfstütze als funktionelle Einheit untergebracht sind. Ein einfaches Austauschen, Ersetzen und Reparieren der Kopfstütze 3 mit Auswerteeinheit 7 und Lichtempfänger 5 ist dadurch ermöglicht.

In Figur 5 ist ein beispielhafter Aufbau eines Lichtempfängers 5 entsprechend dem in Figur 3 dargestellten Aufbau wiedergegeben. Der dem Lichtempfänger 5 ist ein optisches Element 8 in Form einer Sammellinse 8a zugeordnet. Das durch die Sammellinse aufgenommene und gesammelte Licht wird einer Fotodiode, die die Lichtsignale in elektrische Signale wandelt, zugeführt, und die gebildeten elektrischen Signale werden dann über elektrische Leitungen an die Auswerteeinheit 7 wei-

tergeleitet. Der dargestellte Fotoempfänger 5 zeigt eine sehr kompakte Bauweise, die sehr vorteilhaft in einer Kopfstütze 3 integriert werden kann und dort ohne wesentliche Beeinträchtigung der Funktion der Kopfstütze seine Aufgabe erfüllen kann. Um dies sicher zu gewährleisten, ist die Sammellinse 8a vorzugsweise aus weichem Material gebildet oder in weichem Material eingefasst, so dass eine Verletzung durch Aufprall des Kopfes auf den Lichtempfänger nicht zu befürchten ist.

10 In Figur 6 ist skizzenhaft der Aufbau eines erfindungsgemäßen Fahrzeuges dargestellt. Es zeigt zwei Fahrzeugsitze 1, einen Fahrersitz und einen Sitz für den Fondbereich. Diese beiden Sitze entsprechen in ihrem Aufbau dem in Figur 1 dargestellten Fahrzeugsitz 1.

15

Auf dem Fahrersitz ist ein Fahrzeuginsasse mit drei unterschiedlichen Körperpositionen dargestellt. In der nicht gestrichelten Darstellung ist der Fahrzeugführer in einer korrekten Körperposition und damit in einer korrekten Sitzposition. Die Lichtwege zwischen den Lichtgebern in der Lehne des Fahrzeugsitzes zu dem Lichtempfänger in der Kopfstütze des Fahrzeugsitzes sind alle unterbrochen. Durch diese Unterbrechung empfängt der Lichtempfänger kein Licht. Die Auswerteeinheit erkennt dies und interpretiert dies als korrekte Sitzposition, die eine standardisierte Auslösung des Airbagsystems, beispielsweise in dem Lenkrad des Fahrzeuges, bewirken würde.

30 In den nach vorne geneigteren Positionen, die als gestrichelte Darstellungen wiedergegeben sind, wird erkennbar, dass unterschiedlich viele Lichtwege in Abhängigkeit der jeweiligen Neigung des Körpers des Fahrzeugführers und damit in Abhängigkeit der Körperposition unterbrochen sind. Diese Unterbrechungen werden durch die Auswerteeinheit analysiert und als differenzierte Körperneigung respektive unterschiedliche Körperposition interpretiert. Auf Basis dieses Interpretationsergebnisses wird dann die der Vorrichtung zur Erfassung

der Körperposition zugeordnete Airbagauslösevorrichtung dahingehend gesteuert, dass der Auslösezeitpunkt bzw. die Auslösegeschwindigkeit der Körperposition so angepasst wird, dass eine möglichst geringe Schädigung des Fahrzeuginsassen bewirkt werden kann.

Durch die beschriebene Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition lässt sich auch auf einfache Weise erkennen, ob ein Fahrzeugsitz tatsächlich besetzt ist oder nicht. Im Rahmen der Auswertung lässt sich unterscheiden, ob einzelne Lichtwege unterbrochen sind und ggf. welche Lichtwege unterbrochen sind. Hierzu werden insbesondere lichtgeberindividualisierte Lichtsignale emittiert, die durch eine entsprechende Analyseschaltung beispielsweise Demodulationsschaltungen oder Detektorschaltungen ein individualisiertes Erkennen einzelner Lichtsignale ermöglicht. Durch derartig individualisierte Lichtsignale in Verbindung mit dem Erkennen der Lichtsignale durch die Auswerteschaltung lassen sich sehr differenzierte und sehr sichere Informationen zur Körperposition gewinnen. Insbesondere lassen sich Informationen zum Maß der Neigung des Körpers nach vorne, aber auch zur seitlichen Neigung erfassen.

Dabei wird typischerweise durch die Auswerteeinheit ein Vergleich der empfangenen Lichtsignale mit erwarteten Lichtsignalen (Referenzwerte), denen aufgrund einer früheren Auswertung bekannte Körperpositionen zugeordnet sind, die entsprechenden Körperpositionen zugeordnet und zur Weitergabe an andere Komponenten des Fahrzeuges zur Verfügung gestellt. Die Informationen der bekannten erwarteten Lichtsignalkombinationen im Verhältnis zu den ihnen zugeordneten bekannten Körperpositionen sind in der Auswerteeinheit in einem Referenzspeicher abgelegt, der im Rahmen von Wartungsarbeiten regelmäßig überprüft und ggf. aktualisiert wird. Im Rahmen dieser Aktualisierung werden insbesondere Änderungen der Körpermaße und damit Veränderungen der Körperpositionen und demzufolge auch

Veränderungen der erwarteten Lichtsignale in Verbindung zu den erwarteten Körperpositionen berücksichtigt.

5 Die dargestellte Erfindung ermöglicht ein sehr einfaches und sicheres Erfassen der Körperposition eines in einem Fahrzeugsitz mit Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen anhand der Unterbrechung verschiedener Lichtausbreitungswege zu einem oder mehreren Lichtempfänger/n im Bereich des Fahrzeugsitzes.

10

DaimlerChrysler AG

Straub/kü
09.07.2002Patentansprüche

1. Verfahren zur Erfassung der Körperposition eines in einem
Fahrzeugsitz sitzenden Fahrzeuginsassen,
5 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass Lichtsignale von einem oder mehreren Lichtgebern aus-
gesendet werden,
dass Lichtsignale von einem oder mehreren Lichtempfängern
aufgenommen werden,
10 dass die Lichtsignale abhängig von der Sitzposition eines
Fahrzeuginsassen zwischen einem Lichtgeber und einem
Lichtempfänger unterbrochen werden und
dass anhand der empfangenen Lichtsignale auf die Körperpo-
sition des Fahrzeuginsassen geschlossen wird.
15
2. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition eines in ei-
nem Fahrzeugsitz mit Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass mehrere Lichtgeber zur Abgabe von Lichtsignalen in
20 der Höhe gestaffelt in oder an der Lehne angeordnet sind,
dass im durch die Lichtgeber beleuchteten Bereich insbe-
sondere oberhalb der Lichtgeber ein oder mehrere Lichtemp-
fänger zur Aufnahme von Lichtsignalen angeordnet sind und
dass eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, welche die emp-
25 fangenen Lichtsignale dahingehend auswertet, dass anhand
der Art bzw. Intensität der Lichtsignale auf die Körperpo-
sition geschlossen wird.
3. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition eines in ei-
30 nem Fahrzeugsitz mit Lehne sitzenden Fahrzeuginsassen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein oder mehrere Lichtempfänger zur Aufnahme von

Lichtsignalen in der Höhe gestaffelt in oder an der Lehne angeordnet sind
dass eine Auswerteeinheit vorgesehen ist, welche die empfangenen Lichtsignale dahingehend auswertet, dass anhand
5 der empfangenen Lichtsignale auf die Körperposition geschlossen wird.

4. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach Anspruch 3,
10 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass im durch die Lichtempfänger definierten Empfangsbereich insbesondere oberhalb der Lichtempfänger ein oder mehrere Lichtgeber zur Abgabe von Lichtsignalen angeordnet sind.

15 5. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach Anspruch 2 oder 4,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die durch die Lichtgeber abgegebenen Lichtsignale
20 lichtgeberindividualisiert sind, insbesondere durch den Zeitpunkt der Lichtabgabe oder in der Lichtsignalart beispielsweise in der Lichtfrequenz, in der Modulation und/oder in dem Pausen-Pulslängenverhältnis.

25 6. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach Anspruch 2 bis 5,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswerteeinheit geeignet ist, anhand der Lichtstärke der empfangenen Lichtsignale auf die Körperposition
30 zu schließen.

35 7. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem der Ansprüche 2 bis 6,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die in der Lehne angeordneten Lichtgeber bzw. Lichtempfänger in wenigstens einer Reihe angeordnet sind.

8. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach Anspruch 7,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die in der Lehne angeordneten Lichtgeber bzw. Licht-
5 empfänger im Bereich des unteren Rückens eines Fahrzeugins-
sassen einem geringeren Abstand als im Bereich des oberen
Rückens eines Fahrzeuginsassen aufweisen.
9. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
10 der Ansprüche 2 bis 8,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der oder die Lichtgeber bzw. Lichtempfänger, die im
Empfangsbereich des/der Lichtempfänger bzw. im beleuchte-
ten Bereich der Lichtgeber angeordnet sind, zumindest
15 teilweise in oder an der Kopfstütze angeordnet ist oder
sind.
10. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 9,
20 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass der oder die Lichtgeber bzw. Lichtempfänger, die im
Empfangsbereich des/der Lichtempfänger bzw. im beleuchte-
ten Bereich der Lichtgeber angeordnet sind, zumindest
teilweise in oder an dem Fahrzeugdach angeordnet ist oder
25 sind.
11. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 10,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
30 dass die Auswerteeinheit einen Teil des Sitzes bildet, die
insbesondere im Bereich eines Lichtempfängers angeordnet
ist.
12. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
35 der Ansprüche 2 bis 11,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswerteeinheit einen Speicher für Referenzwerte

zum Vergleich empfangener Lichtsignale mit bekannten Lichtsignale zur Bestimmung der Körperposition aufweist.

13. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
5 der Ansprüche 2 bis 12,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass dem oder den Lichtempfängern optische Elemente wie
Sammellinsen, Blenden oder Filter zugeordnet sind.
- 10 14. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 13,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass wenigstens einem Lichtgeber ein optisches Element zur
Ausrichtung des abgegebenen Licht in Richtung des zugeordne-
15 ten Lichtempfängers zugeordnet ist.
15. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 14,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
20 dass der oder die Lichtempfänger mit der Auswerteeinheit
über Lichtwellenleiter verbunden ist oder sind.
16. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 15,
- 25 d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass ein oder mehrere Lichtgeber mit einer Lichtquelle
über Lichtwellenleiter verbunden sind.
17. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
30 der Ansprüche 2 bis 16,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
dass die Auswerteeinheit geeignet ist, die Körperlän-
ge/Rückenlänge eines Insassen zu erfassen.
- 35 18. Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem
der Ansprüche 2 bis 17,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,

dass die Lichtgeber und Lichtempfänger geeignet sind, sichtbares und/oder nicht sichtbares insbesondere infrarotes Licht auszusenden bzw. zu empfangen.

- 5 19. Airbagauslösevorrichtung, die mit einer Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 18 verbunden ist und geeignet ist, abhängig von der Körperposition die Airbagauslösung zu steuern.
- 10 20. Fahrzeug mit einer Vorrichtung zur Erfassung der Körperposition nach einem der vorstehenden Ansprüche 2 bis 18 oder einer Airbagauslösevorrichtung nach Anspruch 19.

DaimlerChrysler AG

Straub/kü
09.07.2002Zusammenfassung

- 5 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum Erfassen der Körperposition eines in einem Fahrzeugsitz sitzenden Fahrzeuginsassen. Mehrere Lichtgeber sind in der Höhe gestaffelt in oder an der Lehne angeordnet und geben Lichtsignale in Richtung eines oder mehrerer Lichtempfänger insbesondere oberhalb der Fahrzeuglehne ab. Anhand der empfangenen Lichtsignale lässt sich auf die Form der Unterbrechung der Lichtsignale durch den Fahrzeuginsassen schließen und dadurch auf die Körperposition rückschließen. In analoger Weise lassen sich die Anordnung der Lichtgeber und Lichtempfänger austauschen. Die Erfindung ermöglicht einen einfachen Aufbau der Vorrichtung und gewährt eine sichere und verlässliche Information zur Körperposition. Mittels dieser Information lassen sich Airbagauslösersysteme zielgerichtet steuern.
- 20 Figur 6

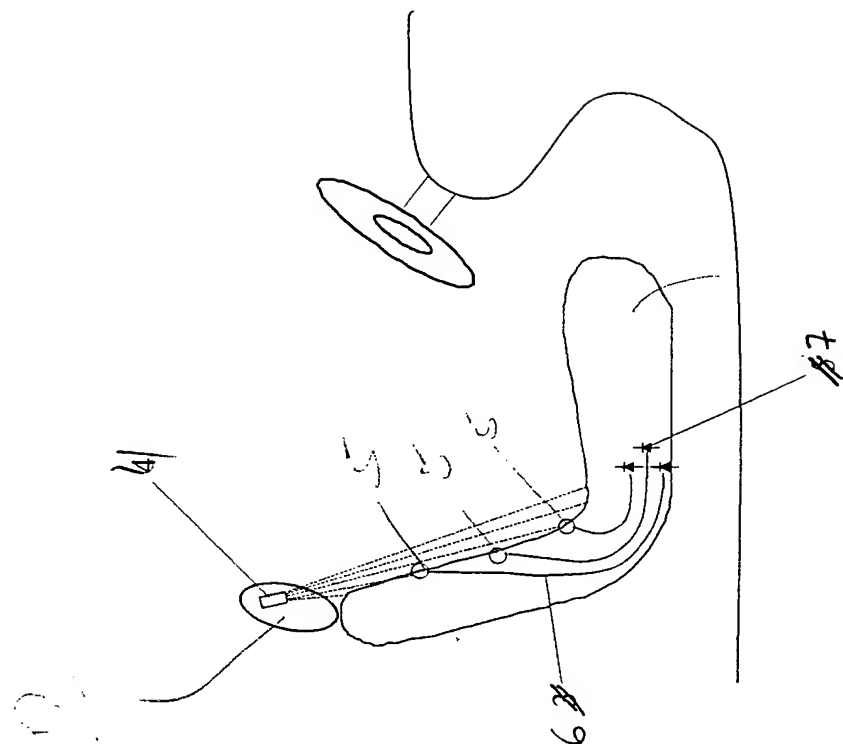


Fig. 1

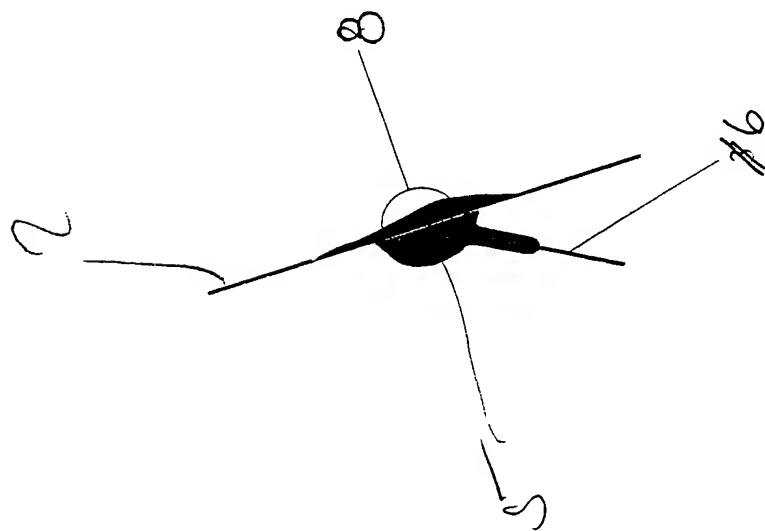


Fig. 2

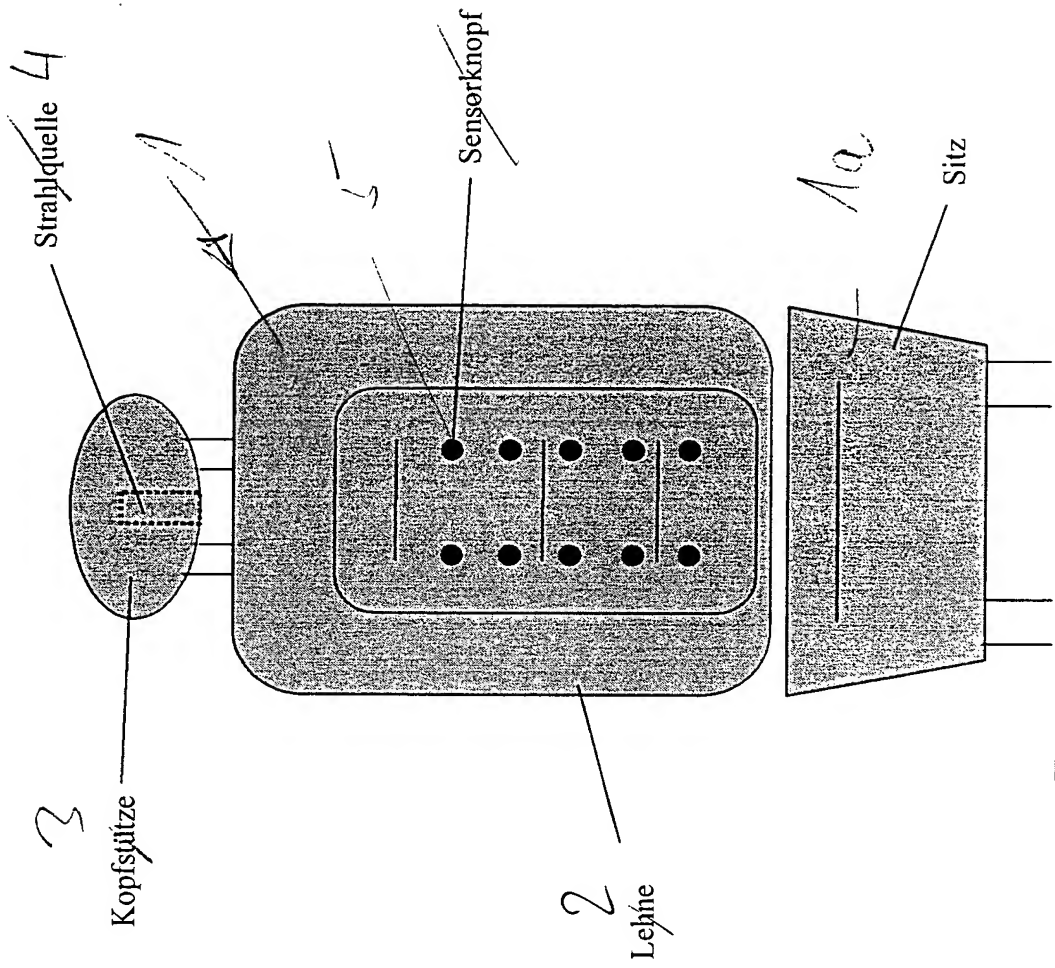


Fig. 2

V

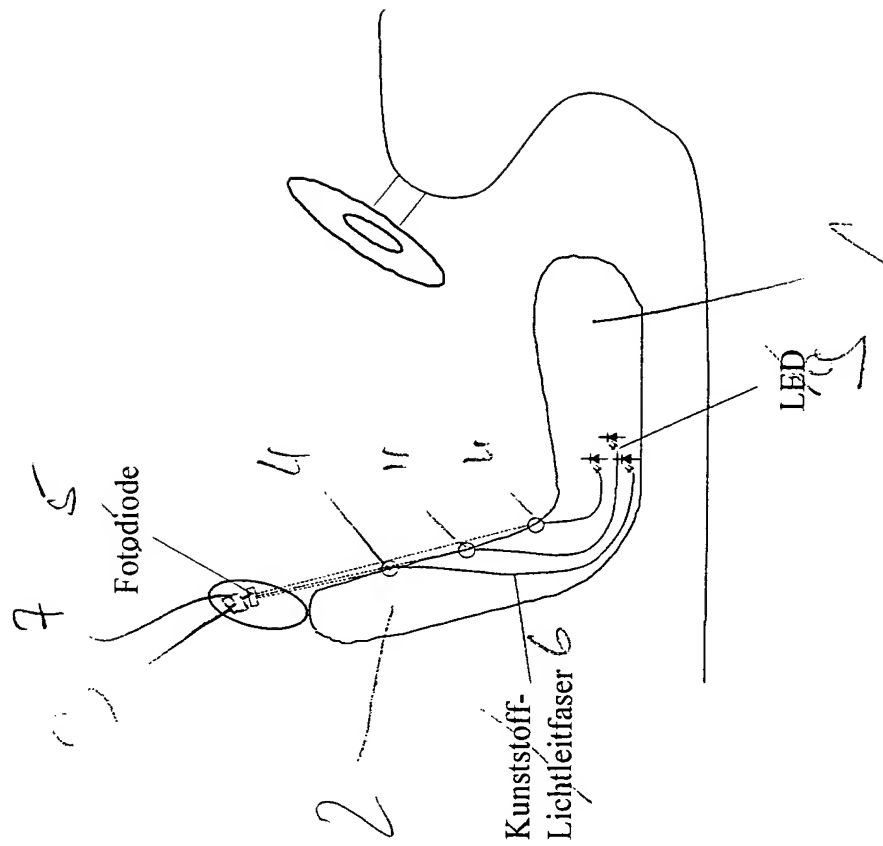


Fig 4

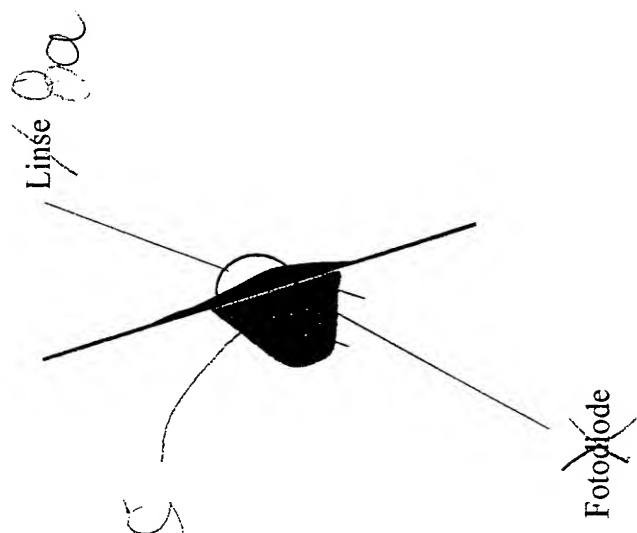


Fig. 5

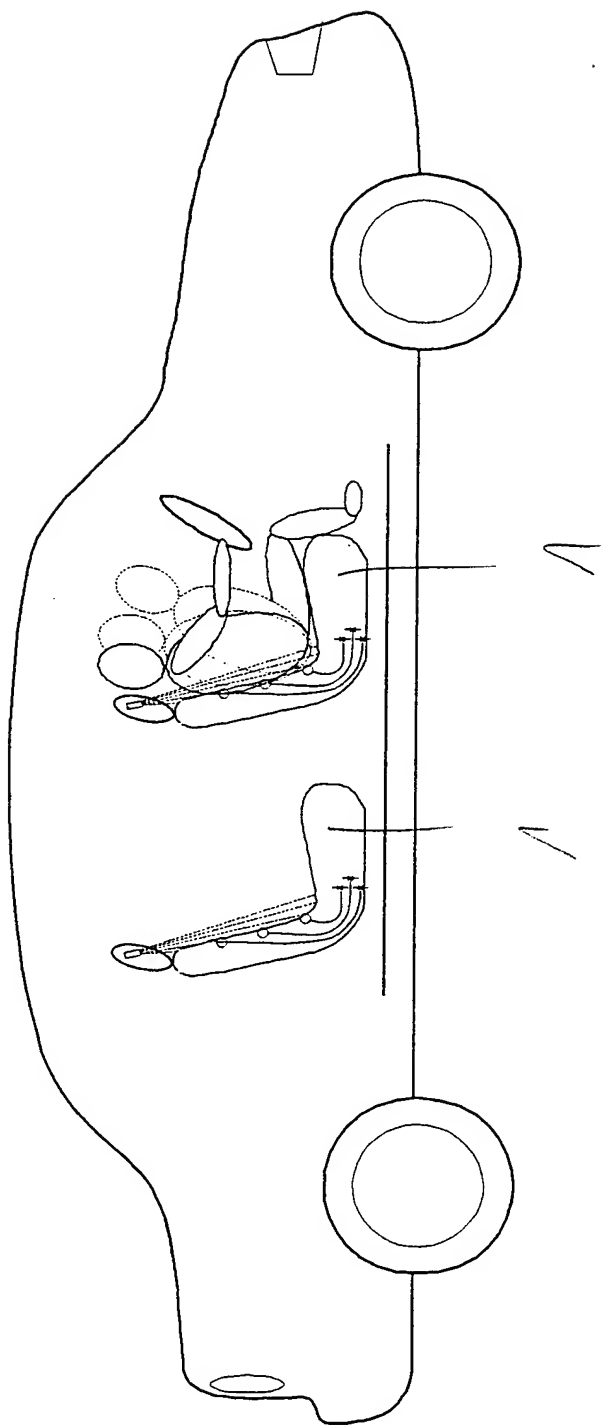


Fig. 6

